

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-027456

(43)Date of publication of application : 28.01.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

H01L 21/22

H01L 21/31

H01L 21/66

(21)Application number : 07-174611

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 11.07.1995

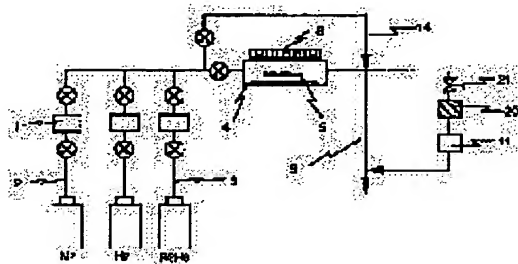
(72)Inventor : KIYOTA YUKIHIRO  
MATSUSHIMA MASARU

## (54) SEMICONDUCTOR PROCESSING EQUIPMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the controllability and repeatability of a process by installing a mechanism to keep monitoring the concentration of reactive gas in a chamber, and allowing the gas concentration to reach a value set by a mass flow controller before starting the process.

**SOLUTION:** After a wafer 5 is placed in a chamber 4, nitrogen is introduced into the chamber 4 through a carrier gas pipe 2 to obtain a nitrogen atmosphere. Thereafter, hydrogen is introduced. When the interior of the chamber has been completely turned into a hydrogen atmosphere, diborane gas diluted with hydrogen is introduced through a reactive gas pipe 3. The concentration of the reactive gas is checked using a reactive gas concentration measuring instrument 20. When the concentration of the reactive gas reaches a specified value, a heating lamp 8 is turned on to heat the wafer and diffuse boron. This makes it possible to reduce deviations between batches, such as the sheet resistance and film thickness of wafers, to 1/3 or so.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Semiconductor fabrication machines and equipment which were made to diffuse an impurity or possessed the mechanism which samples the gas in a chamber and always carries out the monitor of the concentration of reactant gas in the semiconductor fabrication machines and equipment which pass reactant gas with the operation which oxidizes, and carrier gas or it heated the semiconductor substrate in a chamber and formed the thin film on the semiconductor.

[Claim 2] Either the gas in which the above-mentioned carrier gas is nitrogen, hydrogen, an argon, or helium, and reactant gas has the operation which makes silicon deposit or gas containing an element with the operation which changes silicon into N type or P type and semiconductor fabrication machines and equipment given in the 1st term of a claim which both come out and are characterized by a certain thing.

[Claim 3] One of the gas containing the gas in which the above-mentioned carrier gas is nitrogen, hydrogen, an argon, or helium, and reactant gas has the operation which makes silicon deposit and oxygen, or nitrogen, or semiconductor fabrication machines and equipment given in the 1st term of a claim which both comes out and is characterized by a certain thing.

[Claim 4] Semiconductor fabrication machines and equipment given in the 1st term of a claim characterized by being the method (chronoamperometry) with which the mechanism which carries out the monitor of the above-mentioned reactant gas concentration detects the current accompanying electrolysis of reactant gas, or the method (the galvanic cell method) which detects the current accompanying the oxidation-reduction reaction of reactant gas which passed the diaphragm.

---

[Translation done.]

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to semiconductor fabrication machines and equipment excellent in the controllability of a process, and repeatability.

[0002]

[Description of the Prior Art] A Prior art is explained using drawing 1. This is chemical gaseous-phase deposition equipment for depositing polycrystal silicon. With this equipment, after installing a wafer 5 in a chamber 4, gas, such as nitrogen, is passed from the carrier gas line 2, and the inside of a chamber 4 is replaced. Next, the inside of a chamber is made reduced pressure with a vacuum pump 7, reactant gas, such as a mono silane, is further passed through the process gas line 3 and a bypass 14, and the inside of piping is purged enough. Then, reactant gas is introduced into a chamber with carrier gas, and polycrystal silicon is deposited. In addition, this technology is S.M.Sze. VLSI Technology McGrawHill It is stated to p.236.

[0003] Moreover, another conventional example is explained using drawing 2. This installs an oxygen density measuring instrument, in order to grasp the substitution state of process gas to the lamp annealer of an ordinary pressure. With such equipment, in case a silicon wafer 5 is installed in a chamber 4, in order to open a door 12, the contamination of the atmosphere into a chamber surely arises. Then, the oxygen density is measured, installing the oxygen density measuring instrument 10 through the suction line 13, and making process gas flow from the mass-flow controller 1. And when the remains oxygen density involved in at the time of wafer receipts and payments heats a wafer using a lamp 8 in the stage which fell enough and performs a process, unwilling oxidization is suppressed and good annealing processing is performed. In addition, this technology is expressed to a open patent official report common 4-264734.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the flow rate of reactant gas is controlled by the conventional example shown in drawing 1 by the mass-flow controller 1, especially the reactant gas concentration in the chamber immediately after a deposition start has not become as the flow rate of a mass-flow controller. Moreover, the concentration will change with the degree of the purge in piping, or existence of leak. In this case, an assembly time is short, and in case a thin semiconductor film is formed, control of thickness is difficult, and the problem of being scarce is in repeatability. Gas is introduced into the chamber, when reactant gas 10 minutes are passed through a bypass line before deposition and the concentration in piping is stabilized, in order to avoid this problem. Therefore, the problem of being difficult also had shortening of process time. Moreover, although measurement of the oxygen density involved in in the conventional example shown in drawing 2 at the time of wafer installation is possible, the monitor of the gas concentration in an actual process is impossible. Therefore, like the case of drawing 1, only the mass-flow controller is performing control of process gas, and the above-mentioned problem arises.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned problem, by this invention, the mechanism which always carries out the monitor of the reactant gas concentration in a chamber is installed, and after reaching gas concentration as set up by the mass-flow controller, a process is performed.

[0006]

[Function] According to a reactant gas concentration monitor mechanism, the concentration of the reactant gas to carrier concentration can be grasped correctly. After reactant gas concentration reaches the flow rate currently controlled by the mass-flow controller, by starting a process, an ultra-thin semiconductor film can also be formed with sufficient repeatability.

[0007]

[Example] Drawing 3 is one example of this invention indicated to claims 1 and 2. This equipment is impurity diffusion equipment of the ordinary pressure possessing the reactant gas-concentration-measurement machine 20. After installing a wafer 5 in a chamber 4 through a load

lock chamber, nitrogen was introduced into the chamber through the carrier gas piping 2. A nitrogen flow rate is 10 l/min. The inside of a chamber changed the blasting fumes which became nitrogen-gas-atmosphere mind to hydrogen, and made the inside of a chamber hydrogen atmosphere. A hydrogen flow rate is also 10 l/min. After checking that atmosphere had become hydrogen completely by the reactant gasometer, 100 ml/min introduction of the diboron-hexahydride gas diluted with hydrogen to 0.1% through the reactant gas piping 3 was carried out. Although the flow rate of the reactant gas at this time (diboron hexahydride) and carrier gas (hydrogen) is set to 10 ppm, immediately after diboron-hexahydride introduction, directions of the reactant gas-concentration-measurement machine 20 are not attained to the value. After passing hydrogen and a diboron hexahydride for 5 minutes, it checked that directions of the reactant gas-concentration-measurement machine 20 had been set to 10 ppm, the heat lamp 8 was turned on, and the wafer was heated to 900 degrees C. A programming rate is 50 degrees C/s. After wafer temperature amounted to 900 degrees C, it held for 10 seconds, and boron was diffused. The diffusion depth has formed the boron diffusion layer of 20nm, and sheet resistance about 8 kilo ohms the 20th power of 10 which the boron concentration of this result table side applies one per cubic centimeter. The measuring instrument of the sheet resistance at this time is shown in drawing 4. Although the deflection between batches of sheet resistance was 7.07% when not using a reactant gas density measurement machine, it has decreased to 2.30% by using a reactant gas density measurement machine. The reactant gas determination system used at this time is shown in drawing 5. The gas within equipment exhaust air is introduced into a sampling line through a filter 25. A sampling line is attracted by the suction pump 11. The cross valve 23 for measuring instrument proofreading gas introduction and the flow control bulb 21, and the sampling gas that passed along FURUME \*\* 22 are introduced into the reactant gas-concentration-measurement machine 20, and the reactant gas concentration in carrier gas is measured here. The exhaust gas of a suction pump 11 returns to an exhaust pipe arrangement again. A flame arrester 24 is installed in the gas inlet of this sampling line, and an exhaust port, and it has the composition that the flame which should have been produced within the measuring instrument does not reach a chamber. Drawing 6 is the example of measurement of the diboron-hexahydride concentration in a chamber when performing the above process. By the time it amounts to the flow rate of diboron-hexahydride gas to the carrier gas currently controlled by the mass-flow controller, and 10 ppm, time t1 will have passed. A lamp 8 is turned on from time t1, and a wafer is heated. After predetermined carried out time diffusion, when time t3 came, diboron-hexahydride introduction and wafer heating were stopped. As time t3-t2 were shown in drawing 4 by managing as a diffusion time from this diboron-hexahydride density measurement result, the deflection between batches of sheet resistance decreased.

[0008] Drawing 7 is reduced pressure chemical gaseous-phase deposition equipment which shows another example of this invention indicated to claims 1 and 2, passes a mono silane etc. as nitrogen or hydrogen, and material gas as carrier gas, and forms a silicon thin film. It is also possible to dope by passing a diboron hexahydride or phosphine gas simultaneously. With this equipment, when a wafer is installed in a chamber and wafer temperature is stabilized, it is begun to introduce reactant gas, and a silicon system thin film is formed. A chamber is exhausted with the dry pump 27 and the chamber pressure in a process can be controlled by the automatic-pressure-controller bulb 31 in 100 torrs of numbers from dozens. It lets the carrier gas piping 2 pass, and is hydrogen 20 The mono silane diluted with hydrogen to 2% as l/min and material gas was passed 1 ml/min. The concentration of the mono-silane gas to the carrier gas at this time is 1 ppm. The pressures under growth were 40Torr(s) and substrate temperature was 650 degrees C. The monitor of the mono-silane concentration at this time was carried out with the measuring instrument 30, and repeatability improved by managing by the method which showed thin film growth time to drawing 5. In addition, the gas-concentration-measurement system shown in drawing 7 can also be installed between the mass-flow controller 1 and a reaction chamber 4 like drawing 8. By the method of drawing 7, although it cannot measure correctly, since the reactant gas concentration under thin film growth has measured the gas concentration in front of a chamber inflow, by drawing 8, the monitor of it can be carried out also during thin film growth. [0009] Drawing 9 is lamp heating apparatus which shows another example of this invention

indicated to claims 1 and 3, passes oxygen or ammonia by making nitrogen into carrier gas, and oxidizes or nitrides silicon. After it installed the wafer in the chamber 4 and nitrogen replaced the inside of a chamber, oxygen or ammonia was introduced. The nitrogen flow rate at this time is 1. l/min, oxygen, or an ammonia flow rate is 1. They were 10 ml/min from ml/min. The monitor of the oxygen or ammonia concentration to nitrogen in a chamber was carried out with the oxygen density measuring instrument 32 or the ammonia density measurement vessel 33, after reaching the flow rate which flows the above-mentioned mass-flow controller, the heat lamp 8 was turned on and the oxide film of 5nm or less of thickness or the nitride was formed. By always carrying out the monitor of the oxygen or ammonia concentration in a chamber, dispersion in the thickness between batches was able to be reduced to conventional 1/3.

[0010] Drawing 10 shows another example of this invention indicated to claims 1 and 4, and is the principle view of the gas-concentration-measurement machine by chronoamperometry. This measuring instrument is the method of measuring the current produced in the case of the electrolysis reaction of component gas made into the purpose. If reactant gas touches a working electrode 46, an electrolysis reaction will occur on an electrode. Then, by the produced hydrogen ion, also on a counter electrode 43, a reaction occurs and current flows to an external circuit. The current is detected with an ammeter 42, and it changes and outputs to gas concentration.

[0011] Drawing 11 shows another example of this invention indicated to claims 1 and 4, and is the principle view of the gas-concentration-measurement machine by the galvanic cell method. A diaphragm 48 is penetrated, solution absorption is carried out at the electrolytic-solution thin film in the front face of a working electrode 49, and reactant gas starts an oxidation-reduction reaction. A reaction also with an equivalent reference electrode 50 occurs, and the current which is proportional to reactant gas concentration directly on that occasion occurs. Equipment excellent in repeatability and the controllability was realizable by providing drawing 10 and a gas-concentration-measurement machine like 11 in semiconductor fabrication machines and equipment.

[0012]

[Effect of the Invention] The monitor of the gas concentration in a reaction chamber is always carried out, and the repeatability of a process improves by performing a process, after becoming a gas concentration ratio as the flow rate which flows a mass-flow controller. Deflection between batches, such as sheet resistance of a wafer which specifically performed the process, or thickness, can be made about into 1/3.

[0013]

---

[Translation done.]

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The schematic diagram of the conventional CVD system.

[Drawing 2] The schematic diagram of the CVD system possessing the conventional oxygen detector.

[Drawing 3] The schematic diagram of a CVD system showing the example of this invention.

[Drawing 4] Drawing showing a sheet resistance-measurement result.

[Drawing 5] The gas sampling piping diagram showing the example of this invention.

[Drawing 6] The gas-concentration-measurement result which shows the example of this invention.

[Drawing 7] The schematic diagram of a CVD system showing the example of this invention.

[Drawing 8] The schematic diagram of a CVD system showing the example of this invention.

[Drawing 9] The schematic diagram of a CVD system showing the example of this invention.

[Drawing 10] The gas detection method schematic diagram.

[Drawing 11] The gas detection method schematic diagram.

### [Description of Notations]

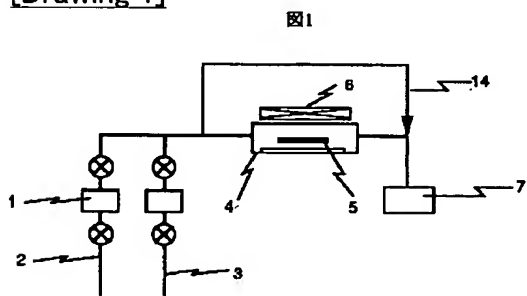
1 [ ... Reactant gas piping, ] ... A mass-flow controller, 2 ... Carrier gas piping, 3 4 [ ... A heating heater, 7 / ... Evacuation pump, ] ... A chamber, 5 ... A wafer, 6 8 [ ... An oxygen sensor, 11 / ... Suction pump, ] ... A heat lamp, 9 ... An exhaust pipe arrangement, 10 12 [ ... Bypass, ] ... A chamber door, 13 ... A suction line, 14 15 [ ... Flow control bulb, ] ... A chamber exhaust pipe arrangement, 20 ... A reactant gas-concentration-measurement machine, 21 22 [ ... Flame arrester, ] ... A flow meter, 23 ... A cross valve, 24 25 [ ... Dry pump, ] ... A filter, 26 ... An automatic-pressure-controller bulb, 27 28 [ ... Diboron-hexahydride density measurement machine, ] ... A gas mixture line, 30 ... A mono-silane density measurement machine, 31 32 [ ... The criteria cell for reference electrodes, ] ... An oxygen density measuring instrument, 33 ... An ammonia density measurement machine, 40 41 [ ... A counter electrode, 44 / ... A reference electrode, 45 / ... The electrode liquid phase, 46 / ... A working electrode, 47 / ... The electrolytic solution, 48 / ... A diaphragm, 49 / ... A working electrode, 50 / ... Reference electrode. ] ... Amplifier, 42 ... An ammeter, 43

---

[Translation done.]

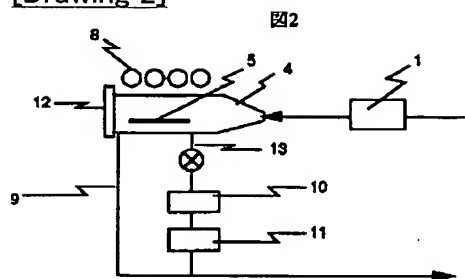
## DRAWINGS

[Drawing 1]

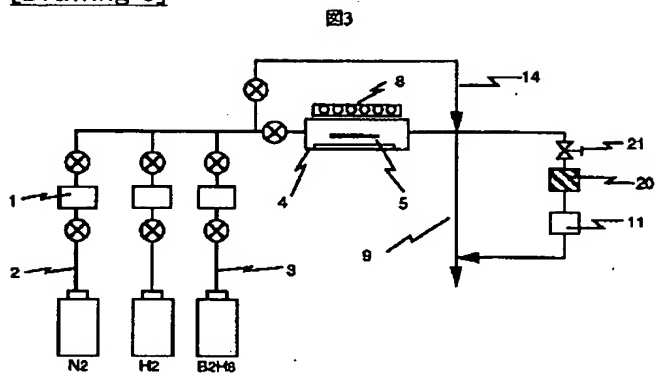




[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]

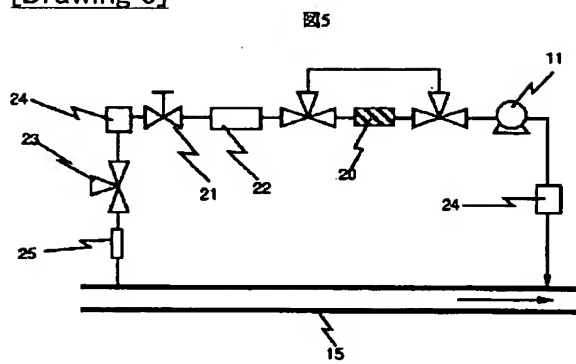
図4

複数パッチ間のシート抵抗測定値(単位k $\Omega$ /sq.)

|          | 最大値 R <sub>max</sub> | 最小値 R <sub>min</sub> | 平均値 R | パッチ間偏差 |
|----------|----------------------|----------------------|-------|--------|
| ガス濃度測定器無 | 8.65                 | 7.49                 | 8.20  | 7.07%  |
| ガス濃度測定器有 | 8.22                 | 7.85                 | 8.03  | 2.30%  |

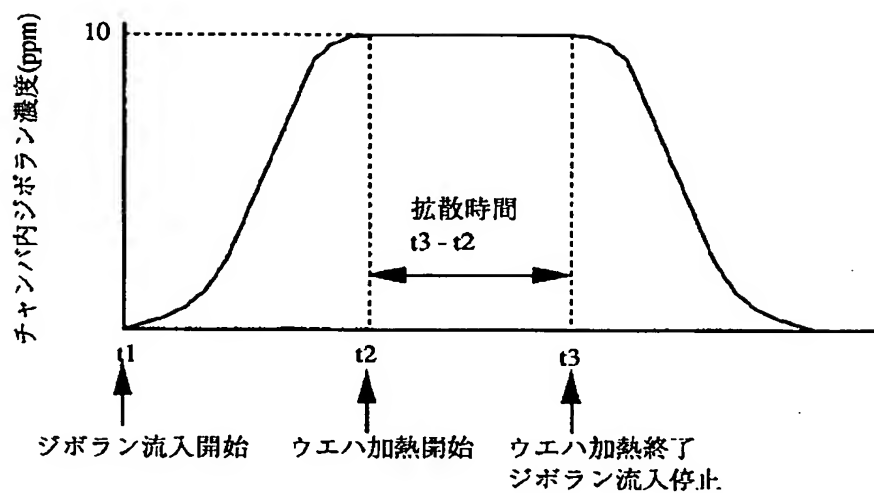
$$\text{偏差}=(R_{\text{max}}-R_{\text{min}})/2R$$

[Drawing 5]

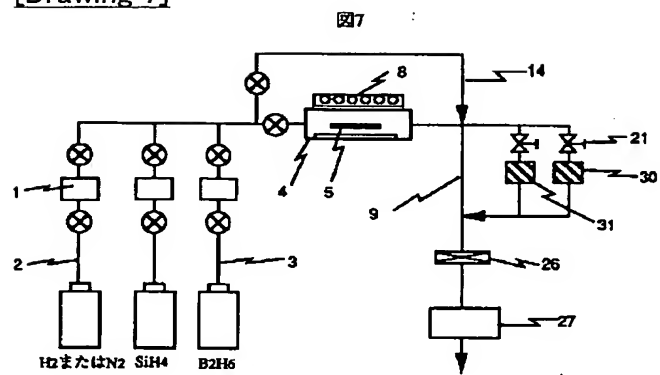


[Drawing 6]

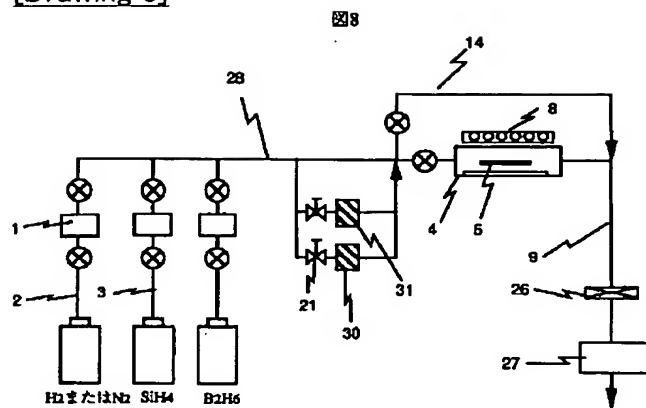
図6



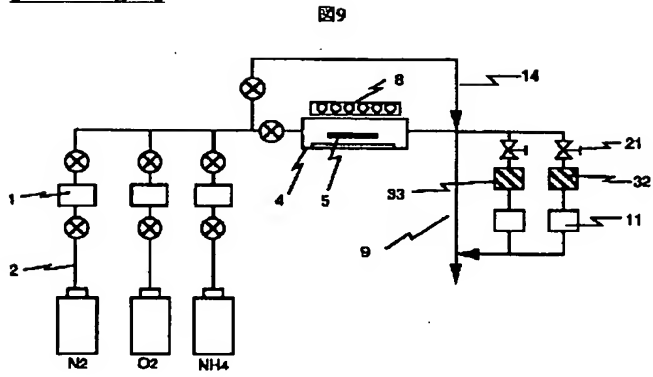
[Drawing 7]



[Drawing 8]



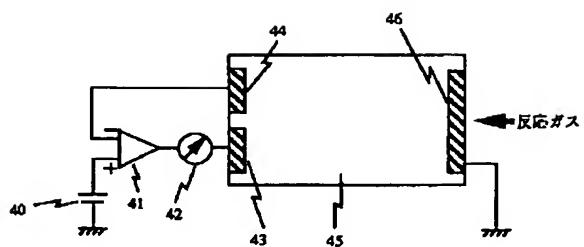
[Drawing 9]





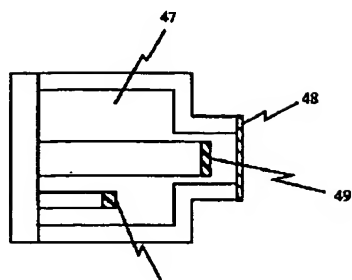
[Drawing 10]

図10



[Drawing 11]

FIG. 11



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-27456

(43) 公開日 平成9年(1997)1月28日

| (51) Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号 | F I            | 技術表示箇所  |
|---------------------------|-------|--------|----------------|---------|
| H 0 1 L 21/205            |       |        | H 0 1 L 21/205 |         |
| 21/22                     | 5 0 1 |        | 21/22          | 5 0 1 D |
| 21/31                     |       |        | 21/31          | E       |
| 21/66                     |       |        | 21/66          | Z       |

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-174611

(22) 出願日 平成7年(1995)7月11日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 清田 幸弘

東京都国分寺市東壺ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 松島 勝

東京都国分寺市東壺ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

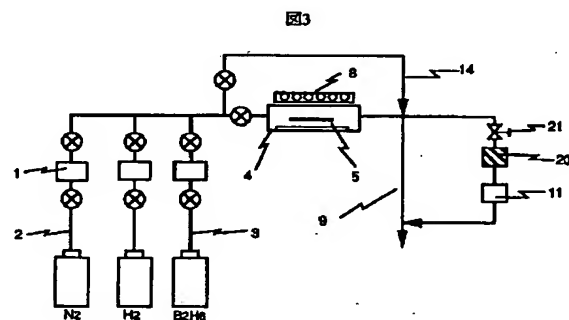
(54) 【発明の名称】 半導体製造装置

(57) 【要約】

【目的】 プロセスの制御性、再現性に優れた半導体製造装置を提供する。

【構成】 チャンバ内の半導体基板を加熱し、キャリアガスと反応性ガスを流すことによって、薄膜形成、不純物拡散などを行う半導体製造装置に、チャンバ内の反応性ガスの濃度を常にモニタする機構を具備する。

【効果】 チャンバ内の反応ガス濃度が、マスフローコントローラで制御したガス流量比に等しくなってから、プロセスを行うことにより、再現性が改善される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】チャンバ内の半導体基板を加熱し、半導体上に薄膜を形成する、あるいは不純物を拡散させる、あるいは酸化作用のある反応性ガスとキャリアガスを流す半導体製造装置において、チャンバ内のガスをサンプリングして反応性ガスの濃度を常にモニタする機構を具備した半導体製造装置。

【請求項2】上記キャリアガスが窒素、水素、アルゴン、あるいはヘリウム等であり、反応性ガスがシリコンを堆積させる作用を持つガス、およびシリコンをN型、あるいはP型に変換する作用を持つ元素を含むガスのどちらか一方あるいは両方であることを特徴とする請求項第1項記載の半導体製造装置。

【請求項3】上記キャリアガスが窒素、水素、アルゴン、あるいはヘリウム等であり、反応性ガスがシリコンを堆積させる作用を持つガス、および酸素あるいは窒素を含むガスのどちらか一方あるいは両方であることを特徴とする請求項第1項記載の半導体製造装置。

【請求項4】上記反応ガス濃度をモニタする機構が、反応ガスの電気分解にともなう電流を検知する方式（定電位電解法）、あるいは隔膜を通過した反応ガスの酸化還元反応に伴う電流を検知する方式（ガルバニックセル法）であることを特徴とする請求項第1項記載の半導体製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はプロセスの制御性、再現性に優れた半導体製造装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の技術を図1を用いて説明する。これは多結晶シリコンを堆積するための化学的気相堆積装置である。本装置ではウエハ5をチャンバ4に設置した後、キャリアガスライン2から窒素などのガスを流し、チャンバ4内を置換する。次に真空ポンプ7でチャンバ内を減圧にし、さらにプロセスガスライン3およびバイパス14を介してモノシランなどの反応性ガスを流し、配管内を十分バージする。その後、チャンバに反応性ガスをキャリアガスとともに導入し、多結晶シリコンを堆積する。なお、本技術はS. M. Sze, VLSI Technology, McGrawHill, p. 236に述べられている。

【0003】また、別の従来例を図2を用いて説明する。これは常圧のランプアニール装置にプロセスガスの置換状態を把握するために酸素濃度測定器を設置したものである。このような装置ではチャンバ4にシリコンウエハ5を設置する際にドア12を開くため、チャンバ内への大気の巻き込みが必ず生ずる。そこで酸素濃度測定器10を吸引ライン13を介して設置し、マスフローコントローラ1よりプロセスガスを流入させながら、酸素濃度を測定している。そしてウエハ出し入れ時に巻き込

んだ残留酸素濃度が十分下がった段階でランプ8を用いてウエハを加熱しプロセスを行うことによって不本意な酸化を抑制し、良好なアニール処理を行う。なお、本技術は公開特許公報平4-264734に述べられている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】図1に示した従来例では、反応性ガスの流量はマスフローコントローラ1で制御されているが、特に堆積開始直後のチャンバ内の反応性ガス濃度はマスフローコントローラの流量通りにはなっていない。また、その濃度は、配管内のバージの度合いあるいはリークの有無によって異なってしまう。この場合は、堆積時間が短く、薄い半導体膜を形成する際に膜厚の制御が困難であり、再現性に乏しいという問題がある。この問題を避けるため、堆積前にはバイパスラインを通して反応ガス十分を流し、配管内の濃度が安定した時点でチャンバにガスを導入している。そのため、プロセス時間の短縮が困難である、という問題もあった。また、図2に示した従来例ではウエハ設置時に巻き込んだ酸素濃度の測定は可能であるが、実際のプロセス中のガス濃度のモニタは不可能である。従って図1の場合と同様、プロセスガスの制御はマスフローコントローラのみで行っており、上記の問題が生じる。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するために、本発明ではチャンバ内の反応ガス濃度を常にモニタする機構を設置し、マスフローコントローラで設定した通りのガス濃度に達してからプロセスを行う。

## 【0006】

【作用】反応性ガス濃度モニタ機構により、キャリア濃度に対する反応性ガスの濃度を正確に把握することができる。反応ガス濃度がマスフローコントローラで制御している流量比に達してからプロセスを開始することによって、極薄半導体膜でも再現性良く形成することができる。

## 【0007】

【実施例】図3は請求項1および2に記載した本発明の一実施例である。本装置は反応性ガス濃度測定器20を具備した常圧の不純物拡散装置である。ロードロック室を介してウエハ5をチャンバ4内に設置した後、キャリアガス配管2を介してチャンバに窒素を導入した。窒素流量は10 l/minである。チャンバ内が窒素雰囲気になった後ガスを水素に切り替え、チャンバ内を水素雰囲気にした。水素流量も10 l/minである。反応性ガス測定器により、雰囲気が完全に水素になったことを確認した後、反応ガス配管3を介して水素で0.1%に希釈したジボランガスを100 ml/min導入した。このときの反応性ガス（ジボラン）とキャリアガス（水素）との流量比は10 ppmとなるが、ジボラン導入直後には反応性ガス濃度測定器20の指示はその値まで達

していない。水素とジボランを5分間流した後、反応性ガス濃度測定器20の指示が10ppmになったことを確認し、加熱ランプ8を点灯しウエハを900℃まで加熱した。昇温速度は毎秒50℃である。ウエハ温度が900℃に達した後10秒間保持し、ボロンの拡散を行った。この結果表面のボロン濃度が1立方センチメートル当たり1かける10の2乗、拡散深さが20nm、シート抵抗約8キロオームのボロン拡散層が形成できた。この時のシート抵抗の測定器を図4に示す。反応ガス濃度測定器を用いない場合はシート抵抗のバッチ間偏差は7.07%であったが、反応ガス濃度測定器を使用することによって2.30%まで低減できた。このとき用いた反応性ガス測定システムを図5に示す。装置排気管内のガスはフィルタ25を介してサンプリグラインに導入される。サンプリグラインは吸引ポンプ11によって吸引される。測定器較正ガス導入用三方弁23および流量調整バルブ21、フローメータ22を通ったサンプリグガスは反応性ガス濃度測定器20に導入され、ここでキャリアガス中の反応性ガス濃度が測定される。吸引ポンプ11の排出ガスは再び排気配管に戻るようになっている。このサンプリグラインのガス導入口、排出口にはフレームアレスタ24を設置し、測定器内で万が一発生した炎がチャンバに達しないような構成となっている。図6は以上のプロセスを行った時のチャンバ内ジボラン濃度の測定例である。マスフローコントローラで制御しているキャリアガスに対するジボランガスの流量比、10ppmに達するまでに時間t1が経過している。時間t1からランプ8を点灯し、ウエハを加熱する。所定の時間拡散させた後、時間t3になった時点でジボラン導入およびウエハ加熱を停止した。このジボラン濃度測定結果より時間t3-t2を拡散時間として管理することで図4に示したようにシート抵抗のバッチ間偏差が減少した。

【0008】図7は請求項1および2に記載した本発明の別の実施例を示すものであり、キャリアガスとして窒素あるいは水素、原料ガスとしてモノシランなどを流してシリコン薄膜を形成する減圧化学的気相堆積装置である。ジボランあるいはホスフィンガスを同時に流してドーピングを行うことも可能である。この装置ではチャンバ内にウエハを設置してウエハ温度が安定した時点で反応性ガスを導入し始め、シリコン系薄膜を形成する。チャンバはドライポンプ27で排気され、プロセス中のチャンバ圧力は自動圧力制御バルブ31によって、数十から数百トルに制御することができる。キャリアガス配管2を通して水素を20l/min、材料ガスとして水素で2%に希釈したモノシランを1ml/min流した。このときのキャリアガスに対するモノシランガスの濃度は1ppmである。成長中の圧力は40 Torr、基板温度は650℃であった。この時のモノシラン濃度を測定器30でモニタし、薄膜成長時間を図5に示した

方法で管理することによって再現性が向上した。なお、図7に示したガス濃度測定システムは図8のようにマスフローコントローラ1と反応チャンバ4の間に設置することも可能である。図7の方法では薄膜成長中の反応ガス濃度は正確には測定できないが、図8では、チャンバ流入直前のガス濃度を測定しているため、薄膜成長中もモニタすることができる。

【0009】図9は請求項1及び3に記載した本発明の別の実施例を示すものであり、窒素をキャリアガスとして酸素あるいはアンモニア等を流してシリコンを酸化あるいは窒化するランプ加熱装置である。チャンバ4にウエハを設置し、チャンバ内を窒素で置換した後に、酸素あるいはアンモニアを導入した。このときの窒素流量は1l/min、酸素あるいはアンモニア流量は1ml/minから10ml/minであった。チャンバ内の、窒素に対する酸素あるいはアンモニア濃度を酸素濃度測定器32、あるいはアンモニア濃度測定器33でモニタし、上記マスフローコントローラを流れる流量比に達した後、加熱ランプ8を点灯し、膜厚5ナノメートル以下の酸化膜、あるいは窒化膜を形成した。常にチャンバ内の酸素あるいはアンモニア濃度をモニタすることによって、バッチ間の膜厚のばらつきを従来の1/3まで低減することができた。

【0010】図10は請求項1及び4に記載した本発明の別の実施例を示すものであり、定電位電解法によるガス濃度測定器の原理図である。本測定器は目的とする成分ガスの電解反応の際に生ずる電流を測定する方法である。作用電極46に反応ガスが接すると電極上で電解反応が起こる。そこで生じた水素イオンによって対極43上でも反応が起こり、外部回路に電流が流れる。その電流を電流計42で検知し、ガス濃度に変換して出力する。

【0011】図11は請求項1及び4に記載した本発明の別の実施例を示すものであり、ガルバニックセル法によるガス濃度測定器の原理図である。反応ガスは隔膜48を透過し、作用電極49の表面に有る電解液薄膜に溶液吸収され、酸化還元反応を起こす。比較電極50でも等価の反応が起こり、その際に反応ガス濃度に直接比例した電流が発生する。図10、11のようなガス濃度測定器を半導体製造装置に具備することで、再現性、制御性に優れた装置を実現することができた。

【0012】

【発明の効果】反応チャンバ内のガス濃度を常にモニタし、マスフローコントローラを流れる流量通りのガス濃度比になってからプロセスを行うことで、プロセスの再現性が向上する。具体的にはプロセスを行ったウエハのシート抵抗あるいは膜厚などのバッチ間偏差を1/3程度にすることができる。

【0013】

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のCVD装置の概略図。

【図2】従来の酸素検知器を具備したCVD装置の概略図。

【図3】本発明の実施例を示すCVD装置の概略図。

【図4】シート抵抗測定結果を示す図。

【図5】本発明の実施例を示すガスサンプリング配管図。

【図6】本発明の実施例を示すガス濃度測定結果。

【図7】本発明の実施例を示すCVD装置の概略図。

【図8】本発明の実施例を示すCVD装置の概略図。

【図9】本発明の実施例を示すCVD装置の概略図。

【図10】ガス検知方法概略図。

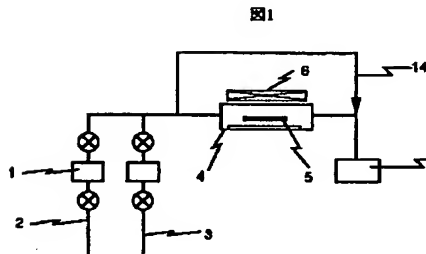
【図11】ガス検知方法概略図。

【符号の説明】

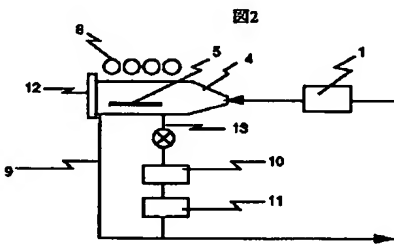
1・・・マスフローコントローラ、2・・・キャリアガス配管、3・・・反応性ガス配管、4・・・チャンバ、5・・・ウエハ、6・・・加熱ヒータ、7・・・真空排\*

\*気ポンプ、8・・・加熱ランプ、9・・・排気配管、10・・・酸素センサ、11・・・吸引ポンプ、12・・・チャンバドア、13・・・吸引ライン、14・・・バイパス、15・・・チャンバ排気配管、20・・・反応性ガス濃度測定器、21・・・流量調整バルブ、22・・・フローメータ、23・・・三方弁、24・・・フレームアレスタ、25・・・フィルタ、26・・・自動圧力制御バルブ、27・・・ドライポンプ、28・・・ガス混合ライン、30・・・モノシラン濃度測定器、31・・・ジボラン濃度測定器、32・・・酸素濃度測定器、33・・・アンモニア濃度測定器、40・・・照合電極用基準電池、41・・・増幅器、42・・・電流計、43・・・対極、44・・・照合電極、45・・・電極液相、46・・・作用電極、47・・・電解液、48・・・隔膜、49・・・作用電極、50・・・比較電極。

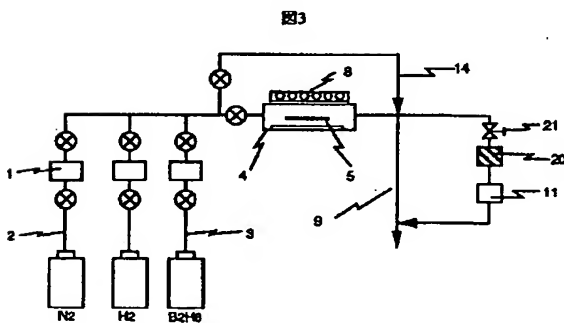
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

図4

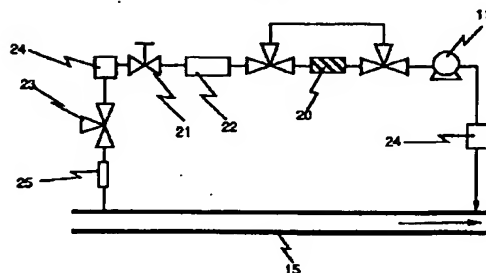
複数パッチ間のシート抵抗測定値(単位kΩ/sq.)

|          | 最大値 Rmax | 最小値 Rmin | 平均値 R | パッチ間偏差 |
|----------|----------|----------|-------|--------|
| ガス濃度測定器無 | 8.65     | 7.49     | 8.20  | 7.07%  |
| ガス濃度測定器有 | 8.22     | 7.85     | 8.03  | 2.30%  |

$$\text{偏差} = (R_{\text{max}} - R_{\text{min}}) / R$$

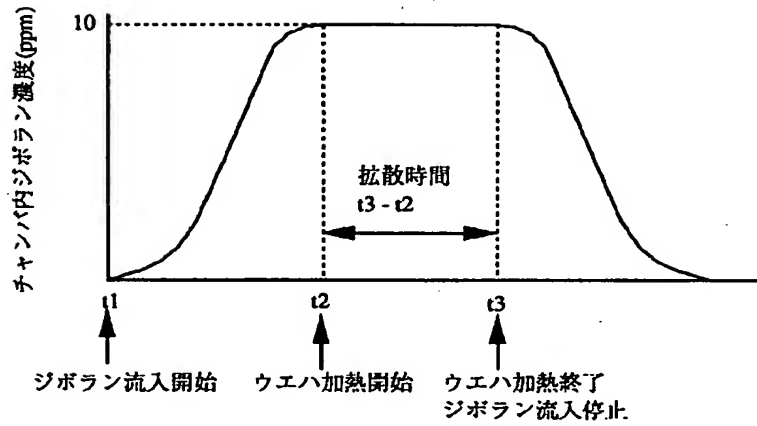
【図5】

図5



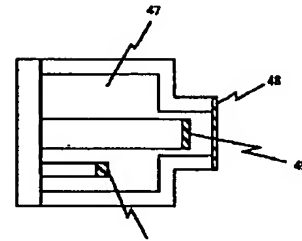
【図6】

図6



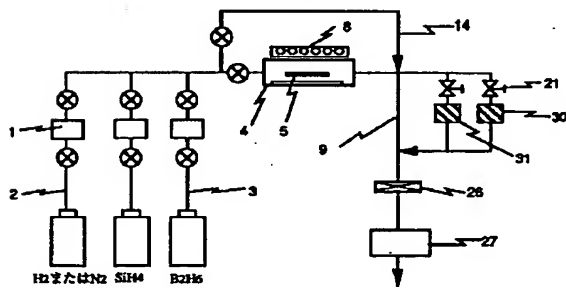
【図11】

図11



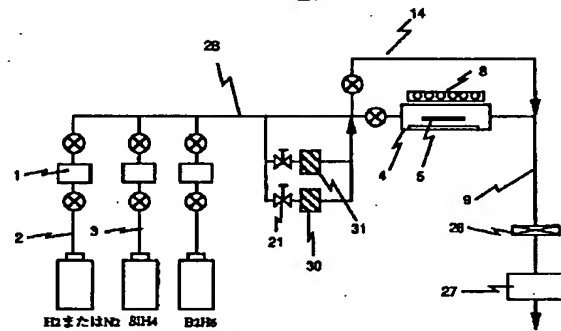
【図7】

図7



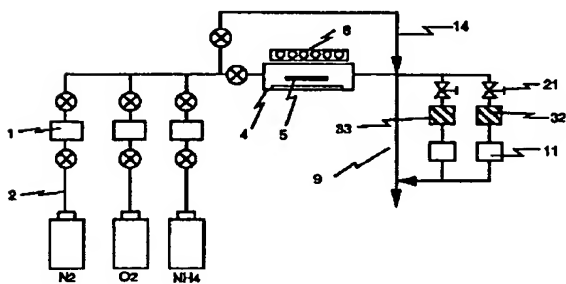
【図8】

図8



【図9】

図9



【図10】

図10

